

Docket No.: 06181/0201550-US0
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Stephan Faust et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: DEHUMIDIFYING ELEMENT AND
MANUFACTURING METHOD FOR THE
SAME

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

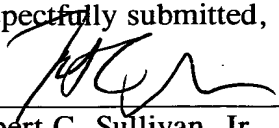
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Germany	101 64 632.1-43	December 27, 2001

A certified copy of the aforesaid Patent Application was received by the International Bureau on May 12, 2003 during the pendency of International Application No. PCT/KR02/002456. A copy of Form PCT/IB/304 is enclosed.

Dated: June 25, 2004

Respectfully submitted,

By 
Robert C. Sullivan, Jr.
Registration No.: 30,499
(212) 527-7700
(212) 753-6237 (Fax)
Attorneys/Agents For Applicant

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/KR 02/02456

RO/KR 22.04.2003



10/7
PT.2.

REC'D 12 MAY 2003	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 64 632.1

Anmeldetag: 27. Dezember 2001

Anmelder/Inhaber: KIST EUROPE Korea Institute of Science
and Technology Europe Forschungsge-
sellschaft mbH, Saarbrücken/DE

Bezeichnung: Elemente zur Entfeuchtung von Gas,
sowie ein Verfahren zur Herstellung
derselben

IPC: B 01 D, B 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Februar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hof

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

Pfenning, Meinig & Partner GbR

Patentanwälte
European Patent Attorneys
European Trademark Attorneys
Dipl.-Ing. J. Pfenning (-1994)
Dipl.-Phys. K. H. Meinig (-1995)
Dr.-Ing. A. Butenschön, München
Dipl.-Ing. J. Bergmann*, Berlin
Dipl.-Chem. Dr. H. Reitzle, München
Dipl.-Ing. U. Grambow, Dresden
Dipl.-Phys. Dr. H. Gleiter, München
Dr.-Ing. S. Golkowsky**, Berlin
*auch Rechtsanwalt
**nicht Eur. Pat. Alt.

80336 München, Mozartstraße 17
Telefon: 089/530 93 36
Telefax: 089/53 22 29
e-mail: muc@pmp-patent.de
10719 Berlin, Joachimstaler Str. 10-12
Telefon: 030/88 44 810
Telefax: 030/881 36 89
e-mail: bln@pmp-patent.de
01217 Dresden, Gostritzer Str. 61-63
Telefon: 03 51/87 18 160
Telefax: 03 51/87 18 162
e-mail: dd@pmp-patent.de

München,
27. Dezember 2001
Bt-Sr/sH-us-KIST

Kist Europe
Korea Institute of Science and Technology Europe
Forschungsgesellschaft mbH
Universität des Saarlandes, Geb. 48
Stuhlsatzenhausweg 97, 66123 Saarbrücken

Elemente zur Entfeuchtung von Gas, sowie ein Verfahren zur
Herstellung derselben

Kist Europe Korea Institute of Science and Technology
Europe ...

Patentansprüche

5

10

15

20

25

30

1. Entfeuchtungselement zur Entfeuchtung von mit diesem in Kontakt gebrachtem Gas, mit mindestens einem absorbierenden Mittel (1, 3) und mit einem hygroskopischen Salz in feinverteilter Form, dadurch gekennzeichnet, dass das absorbierende Mittel superabsorbierende Polymere enthält und mit dem hygroskopischen Salz in Kontakt ist.
2. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die superabsorbierenden Polymere untereinander vernetzt sind.
3. Element einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das superabsorbierende Polymere enthaltende absorbierende Mittel in und/oder auf einem porösen Träger (2) vorgesehen ist oder selbst den Träger bildet (1).
4. Element nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das superabsorbierende Polymere enthaltende absorbierende Mittel als Granulat (1) ausgeführt ist.
5. Element nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Korndurchmesser des Granulates bis zu 10000µm beträgt.
6. Element nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das superabsorbierende Polymere enthaltende absorbierende Mittel als Fasern (3) ausgeführt ist.

- 5 7. Element nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der poröse Träger (2) als Gewebe und/oder Geflecht und/oder Gelege und/oder Gestrick und/oder Gewirk und/oder als Vliesstoff ausgeführt ist.
- 10 8. Element nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der poröse Träger (2) mit dem superabsorbierende Polymere enthaltenden absorbierenden Mittel (1, 3) beschichtet ist und/oder es in den porösen Träger (2) eingearbeitet ist.
- 15 9. Element nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der poröse Träger (2) aus Fasern und Filament, die aus natürlichen und/oder synthetischen Polymeren bestehen, besteht.
- 20 10. Element nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der poröse Träger (2) ein Faserverbundwerkstoff aus Naturfasern zum Feuchtigkeitstransport und Chemiefasern zur Verbesserung mechanischer Eigenschaften ist.
- 25 11. Element nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der poröse Träger (2) als mindestens ein ein- oder mehrschichtiges strukturiertes und/oder glattes Blatt ausgebildet ist.
- 30 12. Element nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenform des strukturierten Blattes trapezoid oder triangulär ist.
13. Element nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere strukturierte

und/oder glatte Blätter räumlich so angeordnet sind, daß dreidimensionale Kanäle entstehen.

5 14. Element nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein strukturiertes und ein glattes Blatt abwechselnd aufeinanderliegend geschichtet und/oder aufgerollt sind.

10 15. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die superabsorbierenden Polymere vernetzte Polymere oder Copolymere der Acrylsäure, oder des Acrylamids sind, oder Propfpolymerisate der Stärke, oder vernetzte Stärken oder Zellulosederivate.

15 16. Verfahren zur Herstellung eines Entfeuchtungselementes zur Entfeuchtung von mit diesem in Kontakt gebrachtem Gas, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Auswählen einer Salzlösung;
- b) Trocknen von superabsorbierenden Polymeren in Form von Granulat;
- 20 c) Zusammenbringen von trockenen superabsorbierenden Polymeren in Form von Granulat mit der Salzlösung;
- d) Trocknen unter Bildung eines Granulates

25 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusammenbringen der superabsorbierenden Polymere mit der Salzlösung unter Bildung eines Hydrogels erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Trocknen unter Bildung eines Granulates das Granulat auf und/oder in einen Träger auf- und/oder eingebracht wird.

5

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Zusammenbringen mit der Salzlösung das Granulat klassiert wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Granulat nach der Trocknung im Falle einer Verklumpung zerkleinert und in jedem Falle klassiert wird.

21. Verfahren zur Herstellung eines Entfeuchtungselementes zur Entfeuchtung von mit diesem in Kontakt gebrachten Gas, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

15

- Ein- und/oder Aufbringen von granulatförmigem superabsorbierenden Polymer in oder auf einen porösen Träger;
- Trocknen des superabsorbierende Polymere aufweisenden Trägers;
- Auswählen einer Salzlösung;
- Zusammenbringen des superabsorbierende Polymere aufweisenden Trägers mit der Salzlösung;
- Trocknen des superabsorbierende Polymere aufweisenden Trägers.

20

25

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendete Salzlösung so gewählt wird, daß sie eine Konzentra-

30

tion an hygroskopischen Salzen zwischen 5 Gew% und 15 Gew% aufweist.

- 5
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendete Salzlösung so gewählt wird, daß sie eine Konzentration an hygroskopischen Salzen von max. 10 Gew% aufweist.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß für die Salzlösung als Lösungsmittel Wasser verwendet wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger mit der Salzlösung getränkt, beträufelt oder besprüht wird.
- 15
26. Verfahren nach Anspruch 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger in mehreren Schritten mit der Salzlösung zusammengebracht wird.

Kist Europe Korea Institute of Science and Technology
Europe

Entfeuchtungselemente zur von Gas sowie ein Verfahren
zur Herstellung derselben

5 Die vorliegende Erfindung betrifft Entfeuchtungselemente zur kontaktbehäfteten Entfeuchtung von Gas, die mindestens ein absorbierendes Mittel und ein hygroskopisches Salz in fein verteilter Form aufweisen. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung solcher Elemente.

10 Zur Entfeuchtung von Gas sind Feuchtigkeitsaustauscherelemente bekannt, die ihre Wirkung auf Basis eines Silikataerogels entfalten, etwa Aluminiumoxid-Silikat oder Titansilikat/Titan-Aluminiumsilikat. Solche Elemente, die auch in einem Papier aus anorganischen Fasern enthalten sein können oder in einer aus
15 einem solchen Papier gebildeten Vorrichtung, sind aus der Offenlegungsschrift DE 195 25 227 A1 bekannt.

Solche Feuchtigkeitsaustauscherlemente weisen jedoch die Nachteile auf, daß zur Regeneration der Feuchtigkeitsaustauscherelemente erhöhte Regenerationstemperaturen (etwa im Bereich von 90 - 150 Grad Celsius) erforderlich sind, daß die Sorptionskapazität solcher Elemente nur begrenzt ist und einen hohen Druckverlust aufweisen, daß die zu entfeuchtende Zuluft nur eine begrenzte Feuchtigkeit aufweisen kann und daß die Sorptionskapazität der Feuchtigkeitsaustauscherelemente im Laufe der Zeit abnimmt, die Elemente also einer "Alterung" unterliegen. Ferner findet während des Betriebes der Entfeuchtungselemente eine Verkeimung und Biofilmbildung statt, die ein Zusetzen der Poren des Feuchtigkeitsaustauscherelementes nachteilig bewirkt.

Aus G. Heinrich: "Sorptionsgestützte Klimatisierung", 1997, C. F. Müller Verlag, Heidelberg, ist als eine Alternative bekannt, die hygroskopischen Eigenschaften von Lithiumchlorid zur Entfeuchtung zu nutzen, indem gewellte Kartonage mit Lithiumchlorid versehen wird und so Entfeuchtungselemente gebildet werden.

Hierbei wird jedoch häufig das Lithiumchlorid vom mit dem Element in Kontakt stehenden Luftstrom davongetragen, mit der Folge, daß sich die Entfeuchtungseigenschaft des Elementes während der Benutzungsdauer verschlechtert. Ferner erweist sich hierbei als nachteilig, daß die Anwendungsmöglichkeiten auch eines solchen Feuchtigkeitsaustauscherelementes durch eine begrenzte zulässige Feuchtigkeit der zu entfeuchten Luft begrenzt sind; es sind solche Elemente beispielsweise nicht in tropischen oder subtropischen Klimazonen wegen der begrenzten Sorptionskapazität einsetzbar, da das Lithiumchlorid in Lösung geht: Zum einen wird das Salz durch den Dampf ausgetragen, zum

anderen kann die Zellulose wegen der begrenzten Kapazität nicht genug Wasser aufnehmen, so daß das Entfeuchtungselement naß wird.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein weiteres Element bereitzustellen, das seine hygroskopischen Eigenschaften während seiner Einsatzdauer be-
hält, eine hohe Feuchtigkeits-Absorptionsgeschwindigkeit aufweist und bei dem die Energie, die zur Rege-
10 nerierung des Elementes nötig ist, niedrig ist.

Ferner ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein
Verfahren anzugeben, mit dem in solches Element her-
gestellt werden kann.

15 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Element nach dem Anspruch 1 und durch ein Verfahren nach dem Anspruch 14 gelöst.

20 Dadurch, daß das absorbierende Mittel ein superabsorbierendes Polymer (SAP) enthält oder ist, kann ein Vielfaches des Gewichtes des absorbierenden Mittels an Wasser aufgenommen werden, wobei oberhalb von 40 % relative Feuchte des Gases die hygroskopischen Eigen-
schaften vergleichbar sind mit Silikat-Absorptions-
mitteln. Gleichzeitig wird mit dem SAP ein Absorptionsmittel zur Verfügung gestellt, auf dem das hygro-
skopische Salz, etwa Lithiumchlorid, überraschender-
weise besser gebunden wird (vermutlich durch eine
30 Substitution von Na^+ durch Li^+), so daß durch den verbesserten Kontakt der bekannte Effekt, daß das hygroskopische Salz vom Luftstrom davongetragen wird, nicht zu befürchten ist. Gleichzeitig wird die hygro-
skopische Eigenschaft des absorbierenden Mittels
35 durch das hygroskopische Salz deutlich verbessert.

Die Fähigkeit der superabsorbierenden Polymere zur Aufnahme von Salzen wird dadurch bedeutend verbessert, daß die superabsorbierenden Polymere quervernetzt sind.

5

10

15

Die Kombination von superabsorbierenden Polymeren und hygroskopischen Salzen, wie etwa Lithiumchlorid, ist auch deswegen überraschend, weil die Stärke des hygroskopischen Effektes dieser Kombination abhängig ist von der Konzentration der bei der Herstellung verwendeten Lösung an hygroskopischen Salzen. Wird für das Zusammenbringen von SAP und hygroskopischem Salz eine Salzlösung von zu hoher Konzentration verwendet, so kann durch das SAP die Salzlösung nicht oder nicht vollständig absorbiert werden, wobei hierfür nicht die Salzmenge, sondern entgegen der Erwartung die zuvor genannte Konzentration an Salz in der Lösung verantwortlich ist.

20

Die so aufgebauten Entfeuchtungselemente nehmen Feuchtigkeit aus dem Gas rasch auf und sind mit vergleichsweise geringem Aufwand an Energie zu regenerieren.

25

Für die Umsetzung der vorliegenden Erfindung bevorzugte SAP sind schwach vernetzte Polymere und Copolymere der Acrylsäure und des Acrylamids, Propfpolymerisate der Stärke sowie vernetzte Stärken und Zellulosederivate.

30

35

Dadurch, daß das SAP enthaltende absorbierende Mittel im Zusammenhang mit einem porösen Träger verwendet wird, in und/oder auf dem das absorbierende Mittel vorgesehen ist, oder dadurch, daß es den Träger selbst bildet, kann das absorbierende Mittel technisch leicht und flexibel in verschiedene Vorrich-

tungsformen gebracht werden, so daß eine Vielzahl verschiedener Elementformen realisiert werden kann.

Wird das SAP enthaltende absorbierende Mittel in Form eines Granulates ausgeführt, so kann es besonders flexibel eingesetzt werden, etwa lose in einem luftdurchlässigen Behälter oder in oder auf einem körperlichen Träger befestigt.

Im Falle eines Granulates ist der Korndurchmesser bevorzugt im Bereich zwischen 0 μm und 10.000 μm zu wählen; vorteilhaft sind darin Kornfraktionen, die in einem Bereich von 1 μm bis zu 5.000 μm liegen, besonders darin Kornfraktionen in einem Bereich von 20 μm bis 1.000 μm .

In diesem Zusammenhang soll vorteilhafterweise die Basis des eingesetzten superabsorbierenden Polymers ein wasserquellbares Polymer und/oder Copolymer auf der Basis von (Meth)-acrylsäure, (Meth)-acrylnitril, (Meth)-acrylamid, Vinylacetat, Vinylpyrrolidon, Vinylpyridin, Maleinsäure(anhydrid), Itakonsäure(-anhydrid), Fumarsäure, Vinylsulfonsäure sowie die Salze, die Amide, die N-Alkylderivate, die N,N-dialkylderivate und die Esther der polymerisierbaren Säuren, als auch ein Stoff nativen Ursprungs wie Produkte aus Guarkernmehl, Carboxymethylcellulose, Xanthan, Alginate, Gummi Arabicum, Hydroxyethylcellulose, Methylcellulose, Stärke und Stärkederivate sowie teilweise daraus vernetzte Produkte daraus sein.

Ist das SAP enthaltende absorbierende Mittel als Faser ausgeführt, so kann es ebenfalls technisch sehr vielseitig eingesetzt werden. Besonders vorteilhaft ist dies, wenn der poröse Träger der das SAP enthaltende absorbierende Mittel aufweist, als Gewebe, Ge-

flecht, Gelege, Gestrick, Gewirk und/oder als Vliesstoff ausgeführt ist. Auch eine Kombination der zuvor genannten Ausführungsformen des porösen Trägers ist möglich.

5

Vorteilhafte Möglichkeiten, das SAP enthaltende, absorbierende Mittel im oder am Träger anzubringen, ist es, den porösen Träger damit zu beschichten und/oder es in den porösen Träger einzuarbeiten.

10

Dadurch, daß der poröse Träger vorteilhaft ausgeführt sein kann als Faserverbundwerkstoff aus Naturfasern und Chemiefasern, kann durch die Naturfasern der Feuchtigkeitstransport und durch die Chemiefasern die mechanischen Eigenschaften des porösen Trägers verbessert werden.

15

Wird der poröse Träger vorteilhaft als ein oder mehrere Blätter ausgebildet, die jeweils ein oder mehrschichtig sein können und jeweils glatt oder strukturiert sein können, lassen sich technisch einfach Entfeuchtungskörper formen, die luftumspült und/oder -durchströmt sind. Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, die Blätter so zu strukturieren, daß die Wellenform des Blattes im Querschnitt trapezoid oder triangulär ist. Es können dann mehrere strukturierte und/oder glatte Blätter räumlich so angeordnet werden, daß dreidimensionale Kanäle entstehen, durch die die zu entfeuchtende Luft geleitet werden kann.

20

25

30

Dadurch, daß im Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen Elementes zunächst eine Salzlösung ausgewählt wird, kann die hygroskopischen Eigenschaft des Elementes gezielt bestimmt werden. Durch das Trocknen des SAP, sei es in Form von Granulat oder im SAP aufweisenden Träger kann das SAP mehr Salzlösung

35

aufnehmen und es wird so ermöglicht, mehr an hygroskopischem Salz mit dem SAP zusammenzubringen. Durch das Zusammenbringen des SAP mit der Salzlösung werden die SAP mit dem hygroskopischen Salz versehen. Durch das Trocknen, sei es des aus dem Granulat durch das Zusammenbringen mit der Salzlösung entstandenen Hydrogels oder des SAP aufweisenden Trägers, wird das Element in den Zustand versetzt, Feuchtigkeit aufzunehmen.

Werden die SAP als loses Granulat verarbeitet, so ist es vorteilhaft, vor dem Zusammenbringen mit der Salzlösung das Granulat zu klassieren. So können möglichst homogene Elementeigenschaften erreicht werden. In diesem Zusammenhang ist es ebenso vorteilhaft, das Granulat nach der abschließenden Trocknung im Falle einer Verklumpung zu zerkleinern und in jedem Falle erneut und abschließend zu klassieren.

Wird das Trocknen des SAP aufweisenden Trägers nach dem Zusammenbringen mit der Salzlösung in langsamer Weise durchgeführt und dabei die Trocknungstemperatur nur langsam angehoben, so kann eine langsame Regeneration ermöglicht werden, so daß eine gute Aufnahme der Salzlösung durch das SAP gewährleistet werden kann. Bei Versuchen, das Material direkt bei der maximalen Regenerierungstemperatur zu trocknen, konnte beobachtet werden, daß die Salzlösung nicht komplett aufgenommen wurde.

Von besonders großem Vorteil ist, die für das Herstellungsverfahren verwendete Salzlösung so auszuwählen, daß sie eine Konzentration an hygroskopischen Salzen zwischen 5 Gewichtsprozent und 15 Gewichtsprozent aufweist. Hier kann zwischen den begrenzenden Parametern zu hoher Ionenkonzentration und über-

schrittener Aufnahmekapazität die Stärke der-Modifizierung des SAP mit dem hygroskopischen Salz optimal erreicht werden, d.h. mit einer Salzkonzentration von zwischen 5 und 15 Gewichtsprozent, idealerweise 10 Gewichtsprozent, kann die maximale Menge an hygroskopischem Salz mit den SAP zusammengebracht werden, da bei höheren Konzentrationen die Salzlösung nicht vollständig vom SAP aufgenommen wird, da die Ionenkonzentration zu hoch ist, und bei niedrigeren Salzkonzentrationen ebenfalls keine vollständige Aufnahme an Salz-Ionen stattfindet, da die Aufnahmekapazität des SAP an Flüssigkeit überschritten wird.

Wird ein granulatförmige superabsorbierende Polymere aufweisender Träger mit der Salzlösung zusammengebracht, so ist es im Hinblick auf die Gefahr, daß bei zu starker Aufnahme an Salzlösung es zur Verklumpung der Granulatkörner kommen kann, vorteilhaft, den Träger mit der Salzlösung in mehreren Schritten und jeweils mit nur einem Teil der Salzlösung zusammenzubringen, wobei das Zusammenbringen vorteilhafterweise als Besprühen oder Beträufeln umgesetzt werden kann.

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend an einem Beispiel und Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch einen porösen Träger, der Fasern und Granulat aus superabsorbierenden Polymeren (SAP) enthält und auf dem ein solches Granulat aufgebracht ist;

Figur 2 den Querschnitt eines als strukturiertes Blatt ausgebildeten porösen Trägers, bei dem die Wellenform trapezoid ist;

Figur 3 das in Figur 2 dargestellte trapezoid strukturierte poröse Trägerblatt in perspektivischer Ansicht und

5 Figur 4 Beispiele, wie mehrere strukturierte und/oder glatte Blätter räumlich so angeordnet werden, daß dreidimensionale Kanäle entstehen.

10 Figur 1 stellt einen Ausschnitt aus einer möglichen Ausführungsform für Entfeuchtungselement dar, wobei ein im Querschnitt gezeigter poröser Träger 2 auf der Oberfläche und im Inneren Granulatkörner 1 aufweist, welche superabsorbierende Polymere enthalten und welche mit einem nicht näher dargestellten hygroskopischen Salz in Kontakt stehen. Der poröse Träger 2 besteht dabei aus Fasern und Filament aus natürlichen und/oder synthetischen Polymeren. Er weist in diesem Beispiel außerdem noch SAP-haltige Fasern 3 auf, welche in den porösen Träger eingearbeitet sind. Diese Fasern stehen ebenso wie das Granulat 1 mit hygroskopischen Salzen in feinverteilter Form in Kontakt und können ebenso auf der Oberfläche aufgebracht sein.

5 Der Korndurchmesser der Granulatkörner 1 ist für alle Granulatkörner annähernd gleich und liegt in einem Bereich zwischen 20 und 1.000 μm . Weniger günstig, jedoch noch immer geeignet sind Kornfraktionen, deren Durchmesser in einem Bereich zwischen 1 μm und 5.000 μm liegt, grundsätzlich kommen Körner im Bereich zwischen 0,1 μ und 20 mm in Betracht. Die das Granulat bildenden superabsorbierenden Polymere sind schwachvernetzte Polymere und Copolymere der Acrylsäure, Propfpolimerisate der Stärke sowie vernetzte Stärken- und Zellulosederivate.

30

35

Das mit einem hygroskopischen Salz in feinverteilter Form versehene Granulat 1, das auch an sich, d.h. ohne einen weiteren Träger, selbst den Träger bildend, die Entfeuchtungsfunktion realisieren kann, ist auf den porösen Träger 2 durch Beschichtung aufgebracht, im porösen Träger 2 enthalten oder - besonders, wenn der poröse Träger als Faserverbundwerkstoff, wie in Figur 1 dargestellt, ausgeführt ist - darin eingearbeitet sein; etwa auch zusammen mit darin eingearbeiteten SAP-Fasern 3. Dieser Faserverbundwerkstoff enthält eine Naturfaser als Matrix und eine oder mehrere Chemiefaserstoffe als Verstärkungsfaser, wobei die Chemiefaserstoffe zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des porösen Trägers bzw. des Faserverbundwerkstoffes dienen, während die Naturfaser für den besseren Transport der Feuchte vorteilhaft ist. Ferner sind Naturfasern zusätzlich in der Lage, selber Feuchte, d.h. Wasserdampf, Wasser oder wäßrige Lösungen zu speichern. Der poröse Träger 2 ist als Faserverbundwerkstoff aus Fasern und/oder Filament in seiner Struktur als Gewebe, Geflecht, Gelege, Gestrick, Gewirk oder als Kombination dieser Strukturen oder als Vliesstoff aufgebaut.

Das Zusammenbringen von SAP und hygroskopischem Salz erfolgt dadurch, daß das SAP-Granulat bzw. SAP-Fasern mit einer wasserbasierten Lösung von hygroskopischen Salzen getränkt, besprüht, beträufelt oder auf andere Weise zusammengebracht wird und das SAP aufgrund seiner eigenen Absorptionseigenschaften die Salzlösung aufnimmt. Die Modifikation, also das Zusammenbringen von SAP und Salzlösung, kann, im Beispiel des dargestellten in Figur 1, vor der An- oder Einbringung des SAP-Granulates bzw. der SAP-Fasern erfolgen, oder auch, wenn das SAP-Granulat bzw. die SAP-Fasern schon in oder auf den porösen Träger ein- oder aufgebracht

sind. Wird beispielsweise der poröse Träger in verschiedenen Herstellungsschritten umgestaltet, strukturiert oder angeordnet, so ist der Modifikationsschritt jederzeit durchführbar, abhängig davon, wann der Modifikationsschritt verfahrenstechnisch am günstigsten erscheint.

Für die Modifikation des SAP-Granulates bzw. der SAP-Fasern ist zunächst eine Salzlösung auszuwählen, die stark hygroskopische Salz, wie etwa Lithiumchlorid, Magnesiumchlorid, Kalziumchlorid oder Lithiumbromid enthalten und die als Lösungsmittel Wasser enthalten, bevorzugt solches, das vollentsalzt, deionisiert und destilliert ist und deren Salzkonzentration zwischen 5 Gewichtsprozent und 10 Gewichtsprozent, maximal bei 15 Gewichtsprozent liegt.

Wird SAP-Granulat 1 außerhalb von porösen als Faser-verbundwerkstoff oder anderen Flächengebilden ausgeführten porösen Trägern modifiziert, so ist aufgrund der häufig sehr breiten Korngrößenverteilung ein Klassifizieren des Granulates notwendig, damit die Korngrößenverteilung möglichst homogen ist und die Granulateigenschaften möglichst gleichmäßig. Hierbei ist der Einsatz von Siebklassierern sinnvoll.

Um die Restfeuchte möglichst gering zu halten und das SAP-Granulat bzw. die SAP-Fasern möglichst aufnahmefähig für das spätere Zusammenbringen mit der Salzlösung zu machen, wird das Granulat getrocknet. Ideal hierfür sind Vakuumtrockner, die das Granulat beim Trocknen thermisch sehr wenig belasten und somit der maximalen Langzeittemperaturbeständigkeit des SAP Rechnung getragen wird.

Es wird dann das trockene SAP-Granulat mit der Salz-

lösung modifiziert, wobei verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Beispielsweise kann das Granulat in die Salzlösung gegeben werden oder auch die Lösung zum Granulat hinzugegeben werden.

5

Nach der Modifikation wird das dabei aus dem SAP-Granulat entstandene Hydrogel getrocknet, wobei sich wieder ein Granulat herausbildet. Eine solche Trocknung kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß das Hydrogel möglichst flächig und maximal 1 cm dick auf ein Blech aufgetragen wird. So wird beim Trockenvorgang eine Klumpenbildung weitgehend vermieden. Da eine Verklumpung trotzdem nicht ausgeschlossen ist, ist eine anschließende Zerkleinerung notwendig. Hierfür eignen sich Prallmühlen oder Brecher.

10

15

Um das aus dem Gel entstandene und gegebenenfalls zerkleinerte modifizierte, also mit hygroskopischem Salz versehene SAP-Granulat wieder in möglichst gleichmäßiger Korngröße vorliegen zu haben, wird es erneut klassiert.

20

Befindet sich das SAP-Granulat bzw. SAP-Fasern in oder auf Trägermaterialien, bevor die Modifizierung mit der Salzlösung stattgefunden hat, so wird zunächst der gesamte Träger unter Beachtung der thermischen Belastbarkeit von SAP und Trägermaterial getrocknet, um den bestehenden Wassergehalt auf ein Minimum zu reduzieren. Die Auswahl der Salzlösung verläuft analog zum vorher beschriebenen Verfahren.

5

30

Beim Zusammenbringen des superabsorbierende Polymere 1, 3 aufweisenden Trägers 2 ist zu beachten, daß die Modifizierung in mehreren Schritten durchzuführen ist, da es bei zu starker Aufnahme der Salzlösung zur Verklumpung der Granulatkörner 1 in oder auf dem po-

35

rösen Träger 2 kommen kann, ähnlich wie bei der Modifizierung des Granulates. Ein besonders behutsames Vorgehen beim mehrschrittigen Zusammenbringen von Lösungen und SAP-haltigem Trägermaterial, welche durch Besprühen oder Beträufeln verwirklicht werden kann, ist auch deswegen von Bedeutung, weil eine solche Verklumpung durch Zerkleinerung wegen des Trägermaterials nicht zu beseitigen ist.

Abschließend wird der SAP aufweisende Träger 2 in langsamer Weise getrocknet, in einem Zeitraum von 1-2 Tagen, wobei die Trockentemperatur über den Trockenzeitraum hinweg langsam angehoben wird bis knapp unterhalb der maximalen Regenerierungstemperatur.

Dieses langsame Trocknen des SAP-aufweisenden Trägers 2 durch gleichermaßen langsame Anhebung der Temperatur dient dazu, ein Trocknen durchzuführen unter Beibehaltung der modifizierten SAP-Struktur, also ohne eine Zersetzung des SAP. Verschiedene mögliche Arten der Trocknung können sein: Gefriertrocknung, Mikrowellentrocknung oder die konventionelle Trocknung oder eine Kombination der Trocknungsmethoden.

Sinngemäß kann das Verfahren zur Modifikation von SAP-Granulat bzw. SAP-Fasern, welche in oder auf einen porösen Träger ein- oder aufgebracht wurden, durchgeführt werden, wenn der poröse Träger strukturiert und/oder Entfeuchtungskörper bildend angeordnet ist. Ein solcher strukturierter poröser Träger ist schematisch in Figur 2 im Querschnitt dargestellt. Der als strukturiertes Blatt ausgebildete Träger weist hier eine trapezoide Wellenform auf, wobei das gewellte Blatt eine Riffel- oder Abstandslänge (a) von 2,5 - 7 mm und eine Riffe- oder Wellenhöhe (b) von 1 - 5 mm hat; die Formgebung wurde hierbei durch

Riffeln unter Wärmeeinwirkung bis 180 Grad Celsius oder durch Prägen mit einem Stempel erreicht. In Figur 3 ist das in Figur 2 bereits dargestellte Blatt in perspektivischer Ansicht gezeigt.

5

10

15

20

25

Figur 4 zeigt in drei Beispielen, wie mehrere solcher Blätter nach Figur 1 bzw. Figur 2 derart angeordnet werden können, daß dreidimensionale Kanäle entstehen, die von dem zu entfeuchtenden Gas, z.B. Luft durchströmt und umspült werden können. Im Beispiel I ist durch die schichtweise Kombination eines strukturier-ten Blattes und eines glatten Blattes eine Struktur entstanden, die sich verhältnismäßig einfach durch Aufrollen oder Stapeln zu einem Entfeuchtungskörper, oder ebenso zutreffend wie allgemein: Feuchtigkeits-austauschkörper, anordnen läßt. Beispiel II offenbart zwei trapezoid strukturierte Blätter, die so angeordnet sind, daß sie eine bienenwabenartige Struktur bilden und ebenso wie im vorangegangenen Beispiel dreidimensionale Kanäle, durch die das zu entfeuch- tende Gas strömen kann. In Beispiel III sind mehrere Lagen von Anordnungen nach Beispiel II gezeigt und veranschaulicht, wie auf diese Weise Entfeuchtungs- körper mit dreidimensionalen Kanälen gebildet werden können.

30

35

Unabhängig davon, wann der Modifikationsschritt durchgeführt wird, also ob das SAP-Granulat bzw. SAP-Fasern mit hygroskopischen Salzen zusammengebracht werden oder SAP-Granulat oder -Fasern in oder auf po- rösen Trägermaterialien befindlich mit hygroskopi- schen Salzen zusammengebracht werden (Figur 1) oder die Modifikation nach verschiedenen Umformungsschrit- ten des porösen Trägers stattfindet (Figur 3, 4 II, 4 III), erlaubt das auf der Oberfläche des SAP angela- gerte Lithiumchloridion eine weitere Bindung von Was-

ser sowie eine verbesserte Leitung des Wassers in das Innere des Superabsorbers. Dabei ist auch vorteilhaft, daß sich zum einen das Salz durch die verbesserte Leitung des Wassers in das Innere selbst regeneriert, zum anderen daß die Feuchtigkeit in das Innere des Superabsorbers abgeführt wird und nicht an der Oberfläche verbleibt.

5

10

15

20

25

30

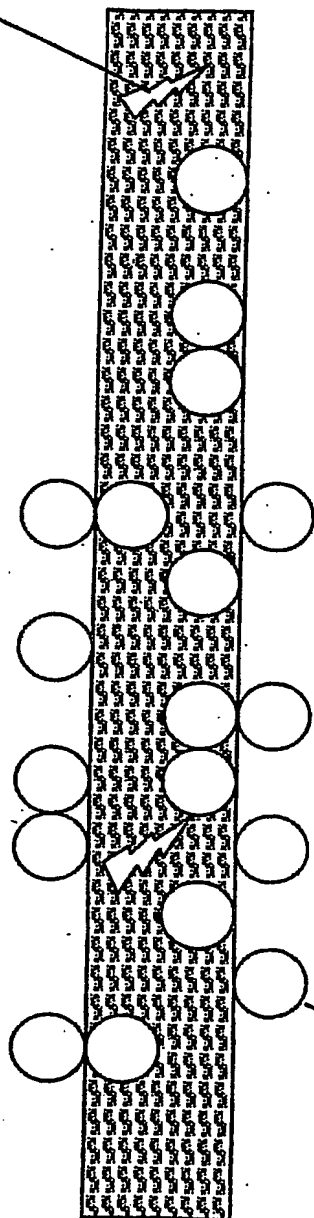
35

Zusammenfassung:

5 Die vorliegende Erfindung betrifft Elemente zur kontaktbehafteten Entfeuchtung von Gas, wobei ein superabsorbierendes Polymer als Granulat oder als Faser ein absorbierendes Mittel des Elementes bildet und welches zur Verbesserung der Feuchtigkeitsaufnahme mit einem hygroskopischen Salz in fein verteilter
10 Form versehen ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung solcher Elemente.

(Figur 1)

3



1

2

Fig. 1

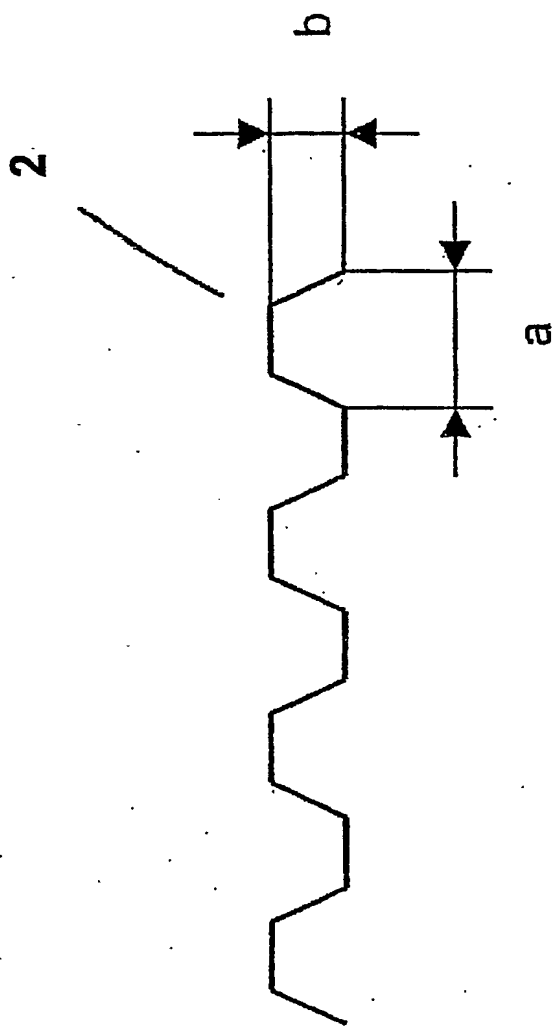


Fig. 2

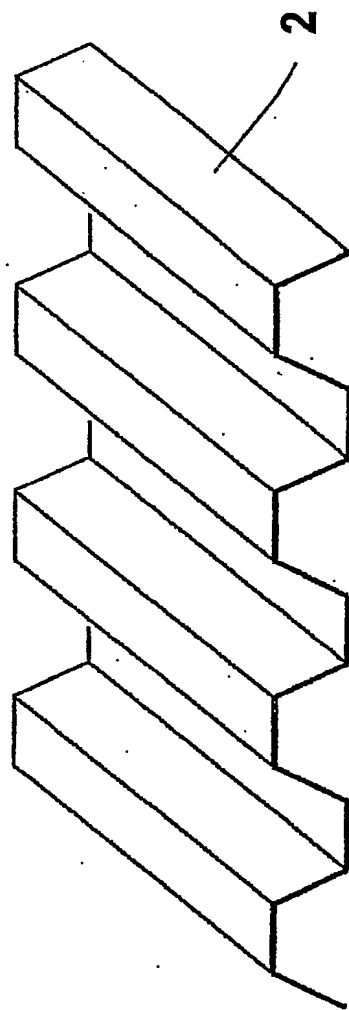


Fig. 3

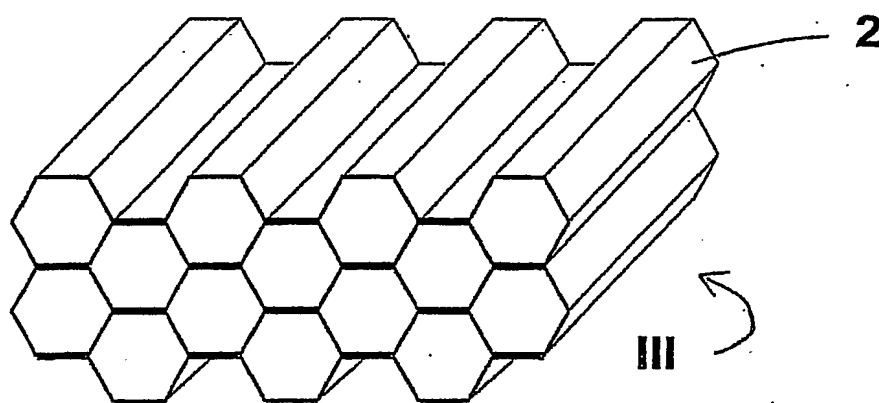
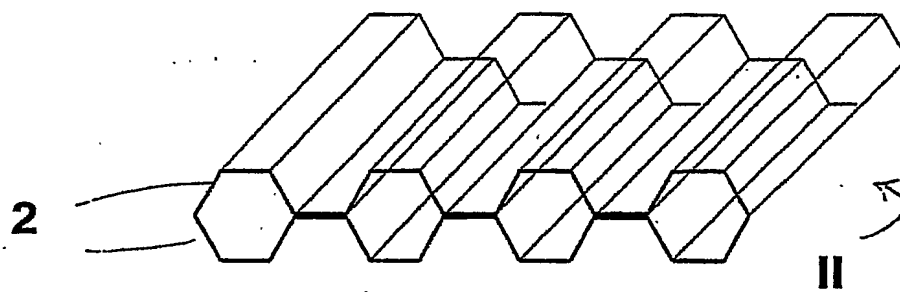
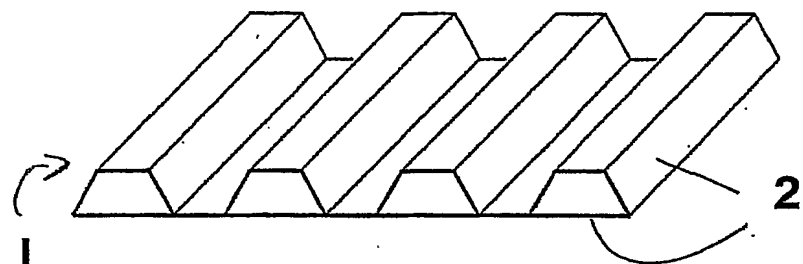


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.